

Scan-to-BIM: automatización ágil del monitoreo de proyectos de construcción mediante Deep Learning

ANDRÉS PÉREZ — MSC GERENCIA CONSTRUCTIVA · MBA · EXEC. VDC | GERENCIA
CONSTRUCTIVA DIGITAL



Escáner LiDAR tipo SLAM

En la era de la inteligencia artificial, el verdadero desafío ya no es analizar los datos, sino capturar la realidad de la obra con la agilidad y precisión suficientes para tomar decisiones oportunas.

La industria de la construcción está optimizando metodologías con IA como BIM, Lean Construction, Last Planner System, PMI, entre otras, demostrando que es posible reducir desperdicios, optimizar recursos y mejorar la productividad. Sin embargo, existe un factor que continúa limitando su verdadero potencial: la calidad de la información proveniente de la obra. Sin información confiable y que no provenga de dispositivos de alta precisión, incluso la mejor planificación con IA termina convirtiéndose en una proyección optimista.

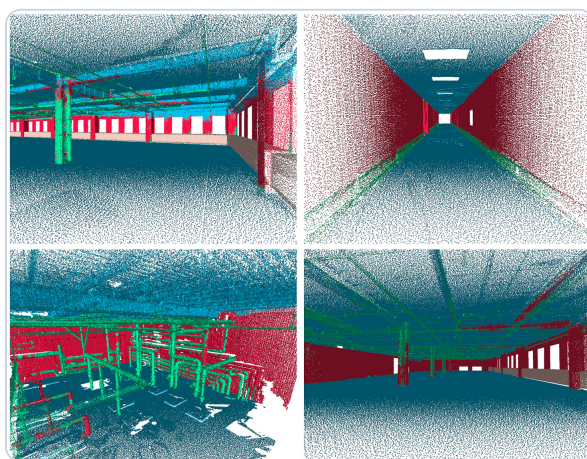
La mayoría de los retrasos y sobrecostos no se originan por falta de planeación. Se producen porque las decisiones se toman con información incompleta, desactualizada o con un nivel de detalle insuficiente, donde la IA no logra comprender qué está ocurriendo realmente en el proyecto y, por lo tanto, genera reportes con rendimientos superiores a la realidad.

Importantes centros de investigación en gestión de la construcción de la Universidad de Illinois Urbana-Champaign, la Universidad Politécnica de Hong Kong, la Universidad de Purdue y la Universidad Yonsei han señalado que los líderes de proyectos, incluso en esta era de la IA, continúan detectando retrasos y sobrecostos cuando ya son difíciles de corregir. Asimismo, resulta complicado conocer los rendimientos reales de obra, donde muchas veces se basan en

aproximaciones que terminan ocultando problemas de productividad. En otras palabras, muchas organizaciones continúan administrando proyectos de construcción con una visión parcial de una realidad mucho más compleja.

Los reportes de avance de obra, incluso en organizaciones que han implementado estrategias de IA, suelen ocultar parte de la realidad debido a la imprecisión de los datos, permitiendo que pequeñas desviaciones evolucionen hacia retrasos significativos, reclamaciones contractuales, conflictos graves entre contratistas y pérdidas económicas difíciles de recuperar (*Journal of Construction Engineering and Management*, 2026; *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2026).

Una radiografía digital para conocer la verdadera salud del avance de obra



Nubes de puntos generadas por escáner LiDAR tipo SLAM

Es precisamente aquí donde el proceso Scan-to-BIM, apoyado en aprendizaje profundo (Deep Learning), representa uno de los avances tecnológicos más importantes para la industria de la construcción, y en particular para la gerencia constructiva. Más que una técnica de levantamiento tridimensional, constituye un proceso capaz de automatizar la captura de información en obra y convertirla en reportes confiables.

99,21 %

de precisión puede alcanzar el proceso Scan-to-BIM al representar lo que realmente ocurre en obra (**Journal of Computing in Civil Engineering**, 2026).

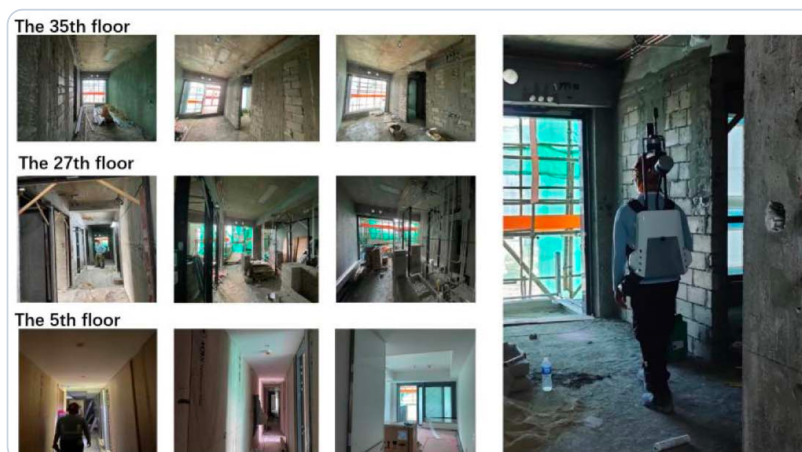
Una analogía permite comprender fácilmente su importancia. Cuando un médico solicita una radiografía o una tomografía, no pretende observar únicamente aquello que resulta evidente a simple vista. Su objetivo consiste en detectar anomalías antes de que produzcan consecuencias mayores, particularmente aquellas anomalías minúsculas, muy difíciles de detectar, pero que, si no se corrigen a tiempo, pueden causar un grave daño a la salud del paciente.



El valor de la IA en un TAC se basa en la precisión del equipo

La construcción enfrenta exactamente el mismo reto. Los grandes retrasos no aparecen de manera repentina. Comienzan como pequeñas pérdidas de productividad, diferencias geométricas casi imperceptibles, interferencias entre especialidades, recursos insuficientes o métodos constructivos que lentamente se alejan de la planificación inicial. Detectar estas anomalías cuando todavía son pequeñas permite intervenir antes de que afecten el cronograma, el presupuesto o la calidad del proyecto. En este sentido, Scan-to-BIM puede entenderse como una **radiografía tridimensional de la obra**: una herramienta capaz de revelar la verdadera condición del proyecto y descubrir problemas que normalmente permanecen invisibles para los métodos tradicionales de medición y monitoreo.

Millones de puntos que cuentan la verdadera historia de la obra



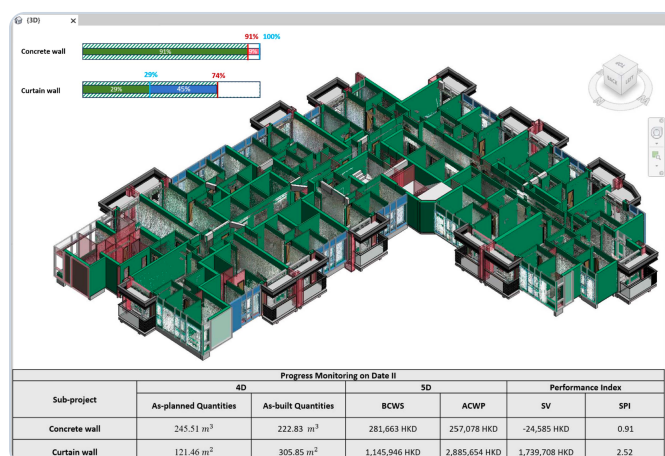
Escaneo con LiDAR tipo SLAM

El punto de partida del proceso consiste en capturar la realidad mediante tecnologías de escaneo tridimensional, especialmente dispositivos LiDAR tipo SLAM, capaces de registrar información mientras un operador recorre el proyecto. El resultado es una nube de puntos conformada por millones de coordenadas tridimensionales de alta precisión que representan cada superficie, elemento y espacio construido. Cada uno de estos puntos posee una ubicación exacta dentro del proyecto. En conjunto, conforman una representación digital extremadamente precisa del estado real de la obra.

Su verdadero valor radica en la riqueza de la información que contienen, pues con ella es posible construir algoritmos de IA capaces de detectar elementos y actividades altamente desglosadas que presentan retrasos, cantidades de obra realmente ejecutadas, diferencias entre el diseño y la construcción, elementos construidos fuera de especificación, interferencias entre disciplinas (clashes), métodos constructivos que se apartan de los estándares establecidos, sobrecostos derivados de desviaciones en la ejecución y pérdidas de productividad por ubicación, especialidad o cuadrilla.

Es por ello que este proceso supera los análisis de IA basados en fotografías, videos u otros sensores IoT, ya que proporciona una representación mucho más completa y objetiva de la realidad física del progreso del proyecto, además de trasladarse directamente al entorno BIM, conservando un nivel de precisión indispensable para automatizar el control de obra.

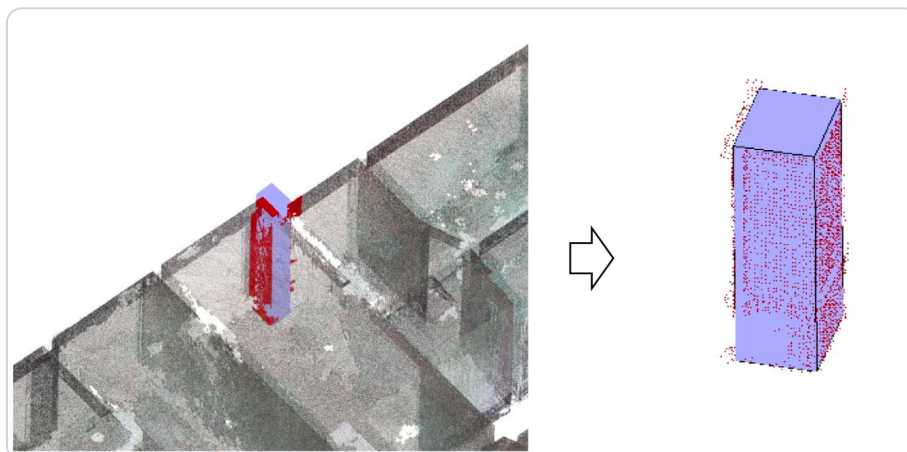
Del BIM As Planned al BIM As Built



Automatización de control de tiempos y costos (BIM 4D y 5D) usando nubes de puntos en Revit, y programando con Dynamo

Una vez capturada la realidad, el siguiente paso consiste en construir un modelo **BIM As Built**, es decir, un modelo digital que representa exactamente lo que ha sido ejecutado. Su importancia radica en que este modelo de lo construido se compara automáticamente con el **BIM As Planned**, que representa la planificación original del proyecto. Este comparativo permite identificar con precisión dónde se están generando las desviaciones que afectan el desempeño del proyecto en aspectos como tiempo, costo, calidad, riesgos, sostenibilidad u otros objetivos estratégicos para la organización.

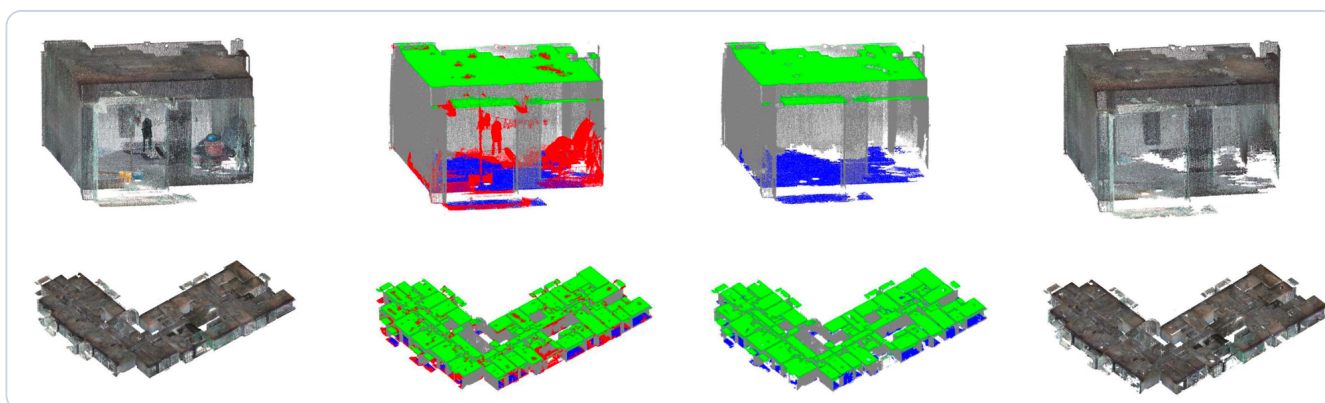
El corazón de la automatización del monitoreo de obra: el Deep Learning



Automatización de una columna a partir de nubes de puntos

Durante los últimos años, diferentes grupos de investigación han demostrado que la combinación entre Scan-to-BIM y Deep Learning —un tipo de IA basado en aprendizaje profundo por capas— permite automatizar, con un alto grado de precisión, gran parte del monitoreo y control de construcciones. Investigaciones desarrolladas por la Universidad de Tokio (*Journal of Computing in Civil Engineering*, 2026) han demostrado la viabilidad de automatizar el monitoreo del avance de obra mediante la integración de escaneo tridimensional, modelos BIM e inteligencia artificial.

La generación manual de modelos 3D BIM (As Built) a partir de nubes de puntos es una tarea ardua que requiere una gran inversión de tiempo y mano de obra, además de ser susceptible a errores. Por ello, implementar este proceso sin Deep Learning (DL) puede resultar poco óptimo. El proceso de Scan-to-BIM con DL sigue una secuencia sencilla y altamente eficiente. En primer lugar, se realiza el escaneo de la obra utilizando dispositivos LiDAR tipo SLAM, capaces de capturar grandes áreas en pocos minutos.

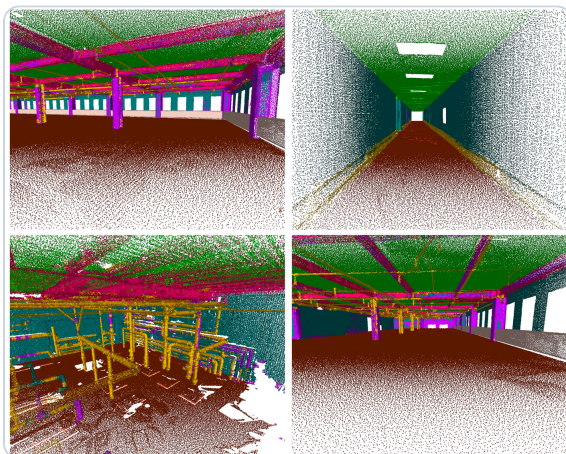


Proceso de depuración de nubes de puntos

Posteriormente, la nube de puntos es depurada para eliminar información que no hace parte del proyecto, como personas, maquinaria, herramientas, materiales temporales y otros elementos propios de la dinámica diaria de una construcción. A continuación, modelos de DL

entrenados mediante redes neuronales recurrentes (RNN) extraen características como coordenadas (x, y, z), color (r, g, b), vector normal (nx, ny, nz), curvaturas máxima y mínima (Cmax, Cmin), rugosidad de la superficie (Ra), distancia al centroide de la nube de puntos (Δx , Δy , Δz), entre otras.

A partir de estas características, los modelos reconocen y clasifican automáticamente las categorías geométricas de cada elemento (si es cilíndrico, horizontal o vertical) para, posteriormente, realizar una clasificación semántica del objeto (viga, techo, columna, suelo, tubería o muro). De esta manera, se facilita la comparación automática entre el BIM As Planned y el BIM As Built.



Automatización de categorización y modelado de elementos estructurales e industriales

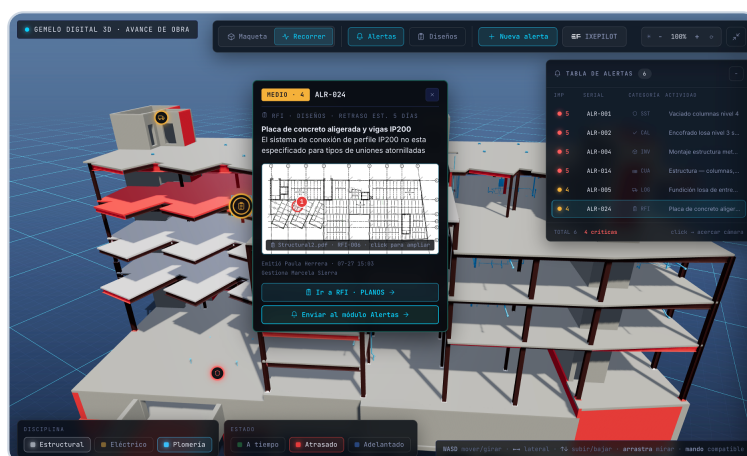
El proceso Scan-to-BIM con DL permite relacionar de manera directa la nube de puntos con el BIM As Planned. A partir de esta comparación, es posible identificar qué modelos pueden modelarse y cuáles aún permanecen pendientes, permitiendo visualizar rápidamente los retrasos o adelantos, las cantidades realmente ejecutadas, los porcentajes de avance por elementos, los rendimientos reales de las cuadrillas, los indicadores de productividad y, por último, un aspecto que abordaremos en otro artículo: la posibilidad de modelar el futuro de la construcción con alta precisión.

Esta automatización BIM resulta especialmente valiosa para metodologías LEAN, como **Location Based Management System (LBMS)**, una de las estrategias más efectivas para acelerar proyectos, pero también una de las más exigentes en cuanto a la calidad y frecuencia de la información requerida. Finalmente, este proceso automatizado de monitoreo y control del progreso alimenta plataformas BIM o de gemelos digitales, permitiendo ejecutar controles **BIM 4D** para el seguimiento del tiempo y **BIM 5D** para el control de costos, adaptados a los procedimientos internos de control de cada organización.

De días a horas

Lo que de forma manual toma **entre dos y tres días**, con este enfoque se reduce a solo unas horas. Un escaneo a primera hora de la mañana permite disponer de un informe As Built completo y de alto detalle al inicio de la tarde —validado en la plataforma **IXE**.

Hemos podido validar, mediante la plataforma IXE (Intelligent Extended Engineering), que un proceso Scan-to-BIM realizado de manera manual requiere aproximadamente entre dos y tres días para representar los avances semanales. Con este enfoque, el proceso se reduce a solo unas horas, de las cuales la mayor parte corresponde al escaneo y a la verificación de la información por parte de un experto. De esta manera, realizar el escaneo durante las primeras horas de la mañana permite disponer de un informe completo y de alto nivel de detalle al inicio de la tarde. Esta agilidad constituye una de las principales ventajas para garantizar un control frecuente en obra mediante un reporte As Built con un alto grado de confiabilidad y precisión que, además de proporcionar un control de máximo detalle, permite generar un informe completo As Built para conformar un dossier que facilite el cobro de las actividades ejecutadas, además de disponer de unas memorias de obra de gran valor.



IXE · Gemelo digital de obra para monitoreo y control

En conclusión, la inteligencia artificial está generando importantes transformaciones en distintos procesos del sector construcción. Sin embargo, en la gerencia constructiva (Construction Management), su verdadero potencial no reside únicamente en desarrollar algoritmos más sofisticados, sino en la agilidad de obtener datos confiables y que garanticen su independencia. **El cambio comienza mucho antes: automatizando la captura y modelando información de calidad y confiable.**

Andrés Pérez — MSc Gerencia Constructiva · MBA · Exec. VDC

REFERENCIAS

1. Park, S., Ju, S., Hong, J., & Heo, J. (2026). Automated and Fast Point Cloud Labeling Method for Training Data Augmentation Using Scan-versus-BIM Approach. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 40(3), 04026026. DOI: 10.1061/JCCEE5.CPENG-7153.
2. Perez-Perez, Y., Golparvar-Fard, M., & El-Rayes, K. (2021). Scan2BIM-NET: Deep Learning Method for Segmentation of Point Clouds for Scan-to-BIM. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002132.
3. Tang, K., & Shi, W. (2026). RandLA-Net-Assisted Scan-vs-BIM Framework with Adaptive Parameter Optimization for Construction Progress Monitoring. *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE. DOI: 10.1061/JCCEE5.CPENG-6962.